

# Estrategia de Trading Sistemático en BTCUSDT

---

Por: Keysi Fuentes Piña

## Resumen de proyecto

Se desarrollo una estrategia técnica multi-indicador en velas horarias de BTC/USDT con confirmación 2-de-3 entre RSI, cruce de SMAs (rápida y lenta) y MACD, también incorporé comisiones del 0.125% por lado, operativa long/short sin apalancamiento, y salidas por Stop Loss/Take Profit. Optimicé hiperparámetros con Optuna maximizando el Calmar Ratio (retorno / máximo drawdown) usando walk-forward en TRAIN. El conjunto TRAIN mostró un Calmar medio positivo (0.6194); sin embargo, en TEST y VALIDATION la estrategia no generalizó (CAGR y ratios de riesgo negativos, drawdowns elevados) y esto es porque la causa principal es la sensibilidad a regímenes laterales/choppy, donde la confirmación 2-de-3 entra tarde y un SL fijo (~2.6%) es golpeado muy seguido antes de alcanzar el TP (~5.5%), con comisiones que elevan el umbral de equilibrio por encima de la Win Rate observada (27-29%).

## Objetivo

Desarrollar una estrategia sistemática para BTC/USDT con indicadores técnicos y backtesting, optimizada para maximizar el Calmar Ratio (retorno ajustado por drawdown).

## Justificación

Se emplean tres indicadores complementarios bajo una regla de “confirmación 2 de 3”: RSI, cruce de medias móviles simples (SMA rápida vs. lenta) y MACD (línea vs. señal). La entrada solo se realiza cuando al menos dos indicadores confirman la misma dirección (long/short), lo que reduce ruido y falsas señales.

- RSI: mide momentum (sobrecompra/sobreventa).
- SMA: capta la dirección de tendencia a través del cruce.
- MACD: detecta cambios de impulso y fuerza de la tendencia.

La combinación busca balancear propiedades de tendencia y mean-reversion en un activo altamente volátil como BTC.

## Descripción detallada de la estrategia y racional

### • Indicadores

- RSI: señal de compra/venta por cruces de umbrales (sobreventa/sobrecompra).
- SMA: señal por cruce de SMA rápida sobre/under SMA lenta.

– MACD: señal por cruce MACD sobre/under su línea de señal.

• **Confirmación 2-de-3:**

La orden se activa sólo si al menos 2 de las 3 señales individuales coinciden en dirección (BUY o SELL).

• **Gestión de posiciones:**

– Sin apalancamiento; una única posición a la vez (long o short). – Stop Loss (sl) y Take Profit (tp) fijos por operación. – Tamaño objetivo n\_shares limitados por caja disponible, tope notional y un mínimo de 0.1 BTC por trade.

• **Costos y restricciones:**

Comisión 0.125% por lado es decir la aplique tanto en la entrada como en la salida

**Datos y procesamiento utilizados**

- Fuente: Binance Spot API (BTCUSDT, 1h).
- Período descargado: 2018-01-01 00:00 UTC a 2025-10-06 01:00 UTC (67,920 velas).
- Partición: 60% Train, 20% Test, 20% Validation (por índice temporal).
- Preprocesamiento mínimo: cálculo de indicadores (RSI, SMA, MACD) y limpieza de filas con NaN iniciales por ventanas.

**Metodología e implementación**

Señales (2 de 3).

- RSI: señal de compra si cruza por debajo del umbral bajo; venta si cruza por encima del umbral alto.
- SMA: compra si SMA rápida > SMA lenta; venta si SMA rápida < SMA lenta.
- MACD: compra si MACD > señal; venta si MACD < señal.

Backtesting.

- Sin apalancamiento; comisión 0.125% por lado.
- Stop Loss (SL) y Take Profit (TP) porcentuales sobre el precio de entrada.
- Posición a la vez (long/short), con cierre por SL/TP o señal contraria.
- Curva de equity y registro de PnL por trade para métricas (Sharpe, Sortino, Calmar, Max Drawdown, Win Rate).

Optimización (walk-forward).

- Optuna (TPE + pruning) con 5 splits contiguos en TRAIN.
- Función objetivo: promedio del Calmar Ratio en los splits.
- Hiperparámetros: rsi\_window, rsi\_low, rsi\_high, sma\_fast, sma\_slow, macd\_fast, macd\_slow, macd\_signal, sl, tp, n\_shares.

### Hiperparámetros óptimos (mejor trial)

RSI: window=15, low=23, high=75

Elección: 15 velas suavizan ruido horario; umbrales asimétricos (23/75) obligan a condiciones extremas antes de operar (menos overtrading).

SMAs: fast=10, slow=95

Razonamiento: 10h vs. 95h (~4 días) impone un marco de tendencia relativamente estable; el cruce evita operar contra la marea dominante.

MACD: fast=11, slow=19, signal=11

Razonamiento: ventanas cortas-medias para captar cambios de impulso sin reaccionar a cada zigzag; signal=11 suaviza falsas rupturas.

Gestión: SL=0.026, TP=0.054, n\_shares≈1.5 BTC.

| Métrica                | Valor               |
|------------------------|---------------------|
| <i>rsi_window</i>      | 15                  |
| <i>rsi_low</i>         | 23                  |
| <i>rsi_high</i>        | 75                  |
| <i>sma_fast</i>        | 10                  |
| <i>sma_slow</i>        | 95                  |
| <i>macd_fast</i>       | 11                  |
| <i>macd_slow</i>       | 19                  |
| <i>macd_signal</i>     | 11                  |
| <i>Sl</i>              | 0.02620156897561742 |
| <i>Tp</i>              | 0.05490580638789777 |
| <b><i>n_shares</i></b> | <b>1.5</b>          |

**Mejor Calmar Ratio (TRAIN, promedio WF): 0.6194**

La estrategia compra/venta cuando 2 de 3 (RSI, cruces de medias y MACD) coinciden; arriesga ~2.6% para buscar ~5.5%, con 1.5 BTC por trade; en entrenamiento su Calmar medio fue 0.61, lo que indica relación rendimiento/riesgo discreto en ese conjunto.

#### 4. Resultados y análisis de desempeño

##### Métricas — TEST (20%)

| Métrica            | Valor     |
|--------------------|-----------|
| Equity final (USD) | 83,847.16 |
| CAGR               | -10.82%   |
| Max Drawdown       | -38.22%   |
| Sharpe             | -0.328    |
| Sortino            | -0.409    |
| Calmar             | -0.283    |
| Win Rate           | 29.18%    |
| # Trades           | 377       |

##### Métricas — VALIDATION (20%)

| Métrica            | Valor     |
|--------------------|-----------|
| Equity final (USD) | 26,019.40 |
| CAGR               | -58.31%   |
| Max Drawdown       | -78.45%   |
| Sharpe             | -1.746    |
| Sortino            | -2.315    |
| Calmar             | -0.743    |
| Win Rate           | 27.68%    |
| # Trades           | 354       |

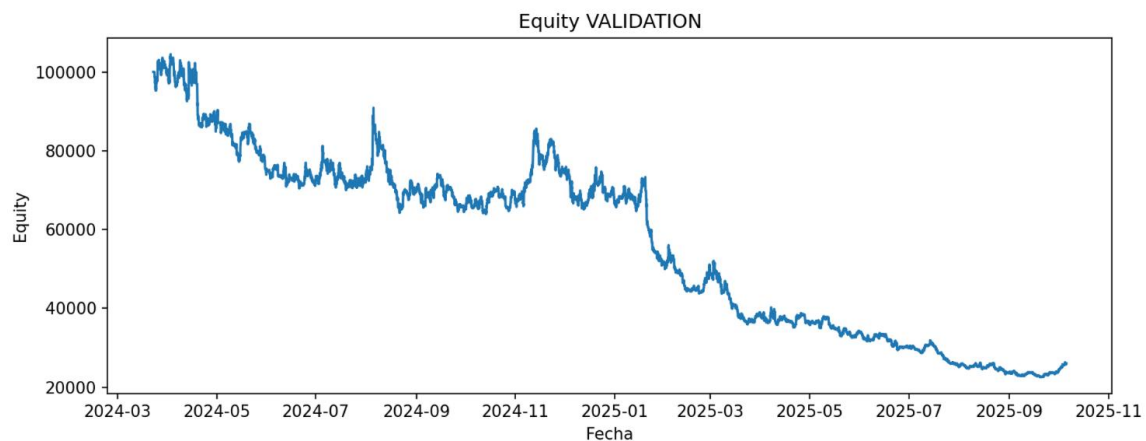
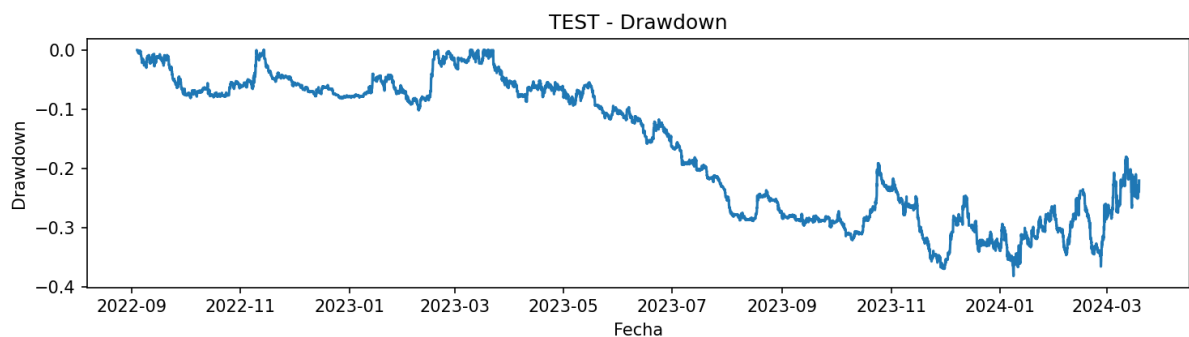
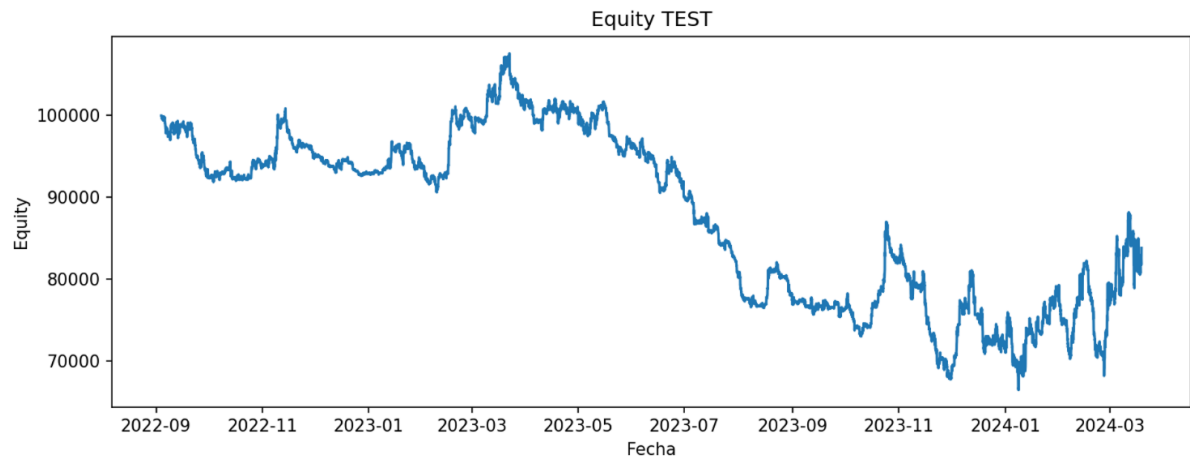
##### • Actividad de señales:

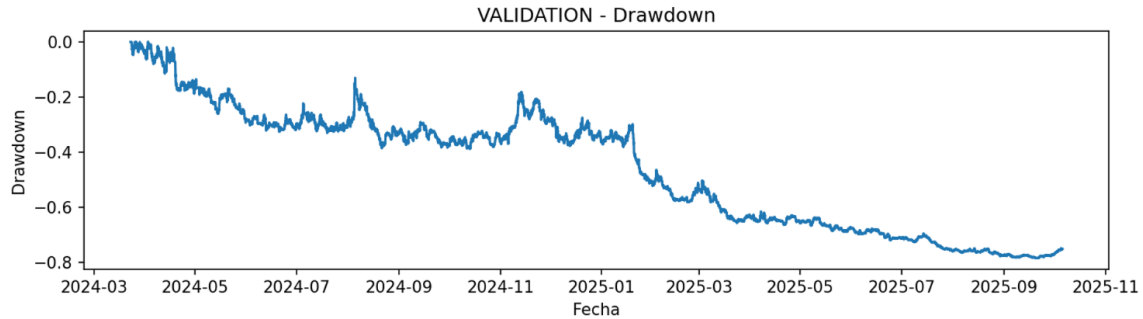
TEST → BUY: 3,080 | SELL: 2,799

VALID → BUY: 3,143 | SELL: 2,788

Prácticamente en esta parte nos damos cuenta de que la estrategia de train es aceptable pero ya cuando la optimizamos muestra pérdidas sostenidas fuera del entrenamiento porque su porcentaje de aciertos no alcanza lo que exige su relación TP/SL (y las comisiones pues empeoran el balance).

## 5. Gráficas y tablas de la estrategia





**Tabla Rendimientos mensuales (Validation)**

| Open time                 | Return               | Return_%           |
|---------------------------|----------------------|--------------------|
| 2024-03-31 00:00:00+00:00 | 0                    | 0                  |
| 2024-04-30 00:00:00+00:00 | -0.141782259         | -14.1782259        |
| 2024-05-31 00:00:00+00:00 | -0.13046655          | -13.04665504       |
| 2024-06-30 00:00:00+00:00 | -0.033695838         | -3.369583829       |
| 2024-07-31 00:00:00+00:00 | 0.021039447376990372 | 2.1039447376990372 |
| 2024-08-31 00:00:00+00:00 | -0.059915379         | -5.991537922       |
| 2024-09-30 00:00:00+00:00 | -0.055788223         | -5.578822255       |
| 2024-10-31 00:00:00+00:00 | 0.013533867300324909 | 1.3533867300324909 |
| 2024-11-30 00:00:00+00:00 | 0.12048248390092242  | 12.048248390092242 |
| 2024-12-31 00:00:00+00:00 | -0.10619458          | -10.61945795       |
| 2025-01-31 00:00:00+00:00 | -0.248464581         | -24.84645807       |
| 2025-02-28 00:00:00+00:00 | -0.031079646         | -3.107964648       |
| 2025-03-31 00:00:00+00:00 | -0.20894786          | -20.89478595       |
| 2025-04-30 00:00:00+00:00 | -0.060810923         | -6.081092281       |
| 2025-05-31 00:00:00+00:00 | -0.062293393         | -6.229339328       |
| 2025-06-30 00:00:00+00:00 | -0.11416001          | -11.41600097       |
| 2025-07-31 00:00:00+00:00 | -0.157558422         | -15.75584218       |
| 2025-08-31 00:00:00+00:00 | -0.06079651          | -6.079651038       |
| 2025-09-30 00:00:00+00:00 | 0.008145062          | 0.8145061689128763 |
| 2025-10-31 00:00:00+00:00 | 0.087214397          | 8.721439700761046  |

Como se puede observar sólo 25% de los meses fueron positivos (jul-24 +2.10%, oct-24 +1.35%, nov-24 +12.05%, sep-25 +0.81%, oct-25 +8.72%). Los peores meses (ene-25 -24.85%, mar-25 -20.89%, jun-25 -11.42%, jul-25 -15.76%) explican gran parte del Max Drawdown y el CAGR negativo y el patrón mensual confirma que el Win Rate no alcanzó lo que exige la relación TP/SL y que las comisiones se fueron de caída.

**Tabla Rendimientos anual (Validation)**

| Open time                 | Return | Return_% |
|---------------------------|--------|----------|
| 2024-12-31 00:00:00+00:00 | 0      | 0        |

|                           |              |             |
|---------------------------|--------------|-------------|
| 2025-12-31 00:00:00+00:00 | -0.610277351 | -61.0277351 |
|---------------------------|--------------|-------------|

En esta tabla en 2025 terminó con -61% de retorno acumulado, coherente con el CAGR -58%, Sharpe/Sortino negativos y el Max Drawdown profundo observados. El dato "0%" en 2024 es solo el marcador de inicio.

### Análisis de riesgos y limitaciones

- Posible sobreajuste:  
El buen Calmar en TRAIN (~0.62) no se replica fuera de muestra; los ratios negativos en TEST/VALIDATION sugieren sensibilidad a regímenes no vistos.
- Supuesto de Short en spot:  
El backtest permite posiciones cortas "sin apalancamiento" como abstracción; en práctica requeriría instrumentos de derivados o préstamo de activos.
- Costos y fricciones:  
Se modela 0.125% por lado, pero no deslizamiento ni latencia. En alta frecuencia (1h, cientos de trades) esto puede subestimar costos reales.
- SL/TP fijos:  
Umbralés estáticos pueden ser subóptimos bajo volatilidad cambiante; se sugiere TP/SL adaptativos (ATR) o trailing stops.
- Gestión del riesgo:  
No se utiliza sizing dinámico por volatilidad ni control explícito del drawdown y creo que la incorporación de 'volatility targeting' podría mejorar la robustez.

### Conclusiones y próximos pasos

La estrategia cumple el diseño pedido (3 indicadores con confirmación 2-de-3, costos, backtest long/short, optimización por Calmar y validación walk-forward), pero no es robusta fuera de muestra. Con los hiperparámetros óptimos (RSI 15; SMA 10/95; MACD 11/19/11; SL 2.62% / TP 5.49%; 1.5 BTC por operación), el sistema capturó tendencia en TRAIN, pero en TEST/VALIDATION se encontró con regímenes laterales: Win Rate < 30%, CAGR negativo, DD profundo (-38% y -78%), Sharpe/Sortino negativos y como se ha confirmado a lo largo del reporte la causa principal es mismatch de régimen + costos + stops fijos.

¿Por qué elegí esos parámetros?

Optuna maximizó el Calmar promedio en las 5 ventanas de TRAIN y el set ganador impone  $R \approx 2.1$  (TP/SL), lo que tiene sentido en tendencia que busca recorridos que paguen el riesgo, pero ese mismo set no tolera la volatilidad de rangos; por eso acepto que lo óptimo en TRAIN no generalizó.